



РУ-RU98/00415

ЕЖУ

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(РОСПАТЕНТ)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

рег.№ 20/14-101(1)

23 марта 1999 г.

СПРАВКА

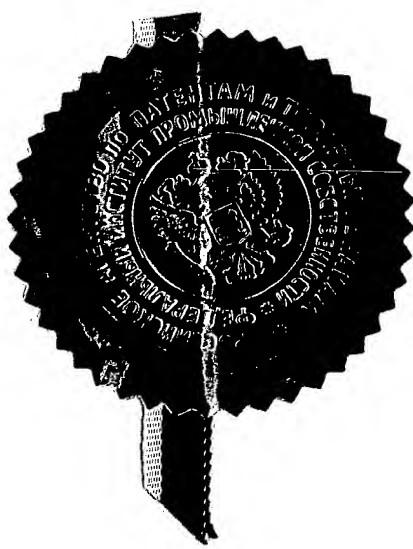
REC'D 30 APR 1999
WIPO PCT

Федеральный институт промышленной собственности Российского Агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение № 98104867, поданной в марте месяце 02 дня 1998 года.

Название изобретения: Поляризатор.

Заявитель (и): МИРОШИН Александр Александрович.

Действительный авторы: БЕЛЯЕВ Сергей Васильевич,
МАЛИМОНЕНКО Николай Владимирович,
МИРОШИН Александр Александрович,
ХАН Ир Гон.

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Уполномоченный заверить копию
заявки на изобретение

Г.Ф.Востриков
Заведующий отделом

Поляризатор

Изобретение относится к оптике, а именно к оптическим поляризаторам, и может быть использовано в жидкокристаллических дисплеях, в том числе проекционного типа, в осветительной аппаратуре, в оптическом приборостроении.

В настоящее время широкое применение в технике нашли оптические поляризаторы, представляющие собой полимерную плёнку, ориентированную растяжением в одном заданном направлении в её плоскости и окрашенную по всей своей толщине органическими красителями и соединениями йода [1]. Падающий на дихроичный поляризатор [1] неполяризованный свет, выходит из него преобразованным так, что в нём присутствует преимущественно лишь одна линейно-поляризованная компонента, поскольку другая компонента, линейно-поляризованная в ортогональной плоскости, практически полностью поглощается в веществе поляризатора, ось поглощения света в котором параллельна этой плоскости. Таким образом свет, пропущенный через поляризатор, оказывается поляризованным в плоскости, перпендикулярной плоскости поглощения поляризатора.

Недостатком указанного пленочного дихроичного поляризатора является то, что в нем используется не более 50% энергии падающего света.

Функциональным аналогом заявляемого поляризатора может служить также источник циркулярно-поляризованного излучения и проекционная система [2]. Этот источник циркулярно-поляризованного излучения включает по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла, зеркало и источник неполяризованного излучения, расположенный между зеркалом и слоем холестерического жидкого кристалла. Указанный слой холестерического жидкого кристалла является поляризатором отражательного типа, т.е. средством для деления падающих на него неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, имеющие различные поляризации. В этом источнике в поляризованное излучение превращается практически вся энергия источника неполяризованного излучения.

Недостатком этого источника является то, что его конструкция объемная, а не плоская.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является известный поляризатор [3], включающий средство для преобразования входящего неполяризованного света в совокупность световых пучков изменённой геометрии, когда площадь сечения некоторой части исходного пучка уменьшается вдвое при сохранении прежней величины переносимой им световой энергии, средство для разделения каждого из указанных неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отражённый световые пучки, имеющие линейные поляризации в двух взаимно ортогональных плоскостях, средство для изменения поляризации по крайней мере одного из названных поляризованных световых пучков для придания обоим поляризованным пучкам света поляризации в одной и той же плоскости, средство, направляющее один из названных поляризованных световых пучков перпендикулярно плоскости поляризатора с целью сообщения обоим, теперь уже одинаково поляризованным световым пучкам, единого направления распространения, а именно, параллельно направлению распространения исходного неполяризованного светового пучка. В результате весь падающий на поляризатор неполяризованный свет преобразуется в свет, поляризованный в одном направлении и переносящий всю энергию падающего света в том же направлении и в том же поперечном сечении, что и падающий.

В известном поляризаторе [3], средство для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, имеющие различные поляризации, включает пару диэлектрических поверхностей, расположенных под существенно наклонными углами к оси световых пучков (под углами, близкими к углу Брюстера), а средство для изменения поляризации включает полуволновую пластинку, помещенную между названными поверхностями. В известном поляризаторе [3] средство, направляющее один из поляризованных световых пучков перпендикулярно плоскости поляризатора, включает пару диэлектрических поверхностей, расположенных под существенно наклонными углами к оси световых пучков (под углами, близкими к углу Брюстера).

Недостатком известного поляризатора [3] является сложность изготовления названных средств, содержащих множество существенно наклонных поверхностей, снабженных оптическими покрытиями, расположенных внутри тонкой диэлектрической пленки, которую представляет собой названный известный поляризатор [3].

Задачей изобретения является упрощение конструкции указанных средств, составляющих известный поляризатор [3].

Поставленная задача решается в поляризаторе, отличающемся тем, что он выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, названные средства нанесены на ее поверхности, указанное поляризующее средство выполнено в виде микрофокусирующих оптических элементов, изготовленных из двулучепреломляющего материала, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты света и оптически согласованных с нанесенным на поверхность пленки или пластины средством для изменения поляризации, выполненным в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины или слоя.

Заявляемый поляризатор представляет собой устройство, включающее поляризующее средство, служащее для разделения множества неполяризованных световых пучков, составляющих падающий на поляризатор свет, на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков и средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков.

Названный поляризатор выполнен в виде по крайней мере одной плёнки или пластины, на поверхности которой нанесены названные поляризующее средство, выполненное в виде микрофокусирующих оптических элементов, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты падающего на поляризатор неполяризованного света, изготовленных из двулучепреломляющего материала или из чередующихся двулучепреломляющего и оптически изотропного слоёв, и оптически согласованное с указанным поляризующим средством средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков. Указанные микрофокусирующие оптические элементы могут представлять собой объёмные линзы или амплитудные зонные пластинки.

Указанное средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков, может представлять собой секционированную просветную полуволновую двулучепреломляющую пластинку с секциями, расположенными в фокусах микрофокусирующих оптических элементов или секционированную просветную полуволновую двулучепреломляющую пластинку с секциями,

расположенными вне фокусов микрофокусирующими оптических элементов или секционированную просветную четвертьволновую двулучепреломляющую пластинку с секториями, расположенными вне фокусов микрофокусирующих оптических элементов, и просветную двулучепреломляющую пластинку, задающую разность фаз между обычным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой секториями секционированной просветной двулучепреломляющей четвертьволновой пластины, расположенную в фокусах микрофокусирующих оптических элементов, или секционированный просветный заполимеризованный планарный слой жидкого кристалла, имеющий твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины названного слоя на угол 90° с секториями, расположенными в фокусах фокусирующих свет оптических элементов, или секционированный просветный заполимеризованный планарный слой жидкого кристалла, имеющий твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины названного слоя на угол 90° с секториями, расположенными вне фокусов фокусирующих свет оптических элементов.

Отличительными признаками изобретения является то, что поляризатор выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, названные средства нанесены на ее поверхности, указанное поляризующее средство выполнено в виде микрофокусирующих оптических элементов, изготовленных из двулучепреломляющего материала, оптически согласованных с указанным средством для изменения поляризации и имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты света.

Существенным отличием настоящего изобретения является наличие поляризующего средства для разделения множества неполяризованных световых пучков, составляющих падающий на поляризатор свет, на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков и средства для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков.

Принцип действия заявляемого поляризатора можно представить себе следующим образом. Неполяризованный луч света, падающий на первую плоскую поверхность поляризатора, выполненного в виде пленки или пластины, содержащую нанесенное на неё поляризующее средство, выполненное в виде микрофокусирующих оптических элементов, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты падающего

неполяризованного света, разделяется на множество пар различным образом поляризованных световых пучков. Получившееся множество пар различным образом поляризованных световых пучков представляет собой в то же время два множества поляризованных световых пучков, в каждом из которых свет поляризован одинаково для всех пучков, входящих в состав этого множества. При этом одно из этих множеств световых пучков содержит параллельные пучки, линейно-поляризованные в одной плоскости, а другое множество световых пучков содержит пучки света, линейно-поляризованного в плоскости, ортогональной к плоскости поляризации первого множества пучков, сходящиеся в фокусах микрофокусирующих оптических элементов, которые (фокусы) регулярно расположены на второй плоской поверхности поляризатора, содержащей нанесённое на неё средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков. По крайней мере одно множество одинаково поляризованных световых пучков, проходя через названное средство изменения поляризации, расположенное на второй поверхности поляризатора, изменяет свою поляризацию так, чтобы состояние его поляризации было одинаковым с состоянием поляризации другого множества также одинаково поляризованных световых пучков, также пропедущих через вторую границу поляризатора. В результате оба названных множества выходящих из поляризатора световых пучков оказываются поляризованными одинаково, а кроме того, оба эти множества названных выходящих из поляризатора световых пучков переносят ту же по величине световую энергию, в том же направлении и через ту же площадь сечения, что и падающий на поляризатор неполяризованный свет.

Для изготовления слоя двулучепреломляющего материала, в том числе и имеющего по крайней один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризованного света по крайней мере в некотором диапазоне рабочих длин волн, могут использоваться в том числе следующие материалы.

1. Низкомолекулярные термотропные жидкокристаллические вещества или их смеси, например, с последующим после нанесения слоя отверждением ультрафиолетовым излучением или застеклованные тем или иным способом. Эти смеси могут сами состоять из дихроичных красителей или содержать в качестве компоненты жидкокристаллические и/или нежидкокристаллические дихроичные красители.

2. Полимерные термотропные жидкокристаллические и нежидкокристаллические вещества и/или их смеси, содержащие дихроичные красители в качестве добавки и/или химически встроенные в полимерные молекулы.

3. Лиотропные жидкокристаллические вещества и/или их смеси, содержащие в качестве компоненты жидкокристаллические и/или нежидкокристаллические дихроичные красители, а также сами являющиеся дихроичными красителями.

4. Ориентированные слои дихроичных красителей, образующиеся при нанесении растворов красителей, например методом Дрейера (патент СПА № 2,524,286) и по заявке Японии №1-183602 (A), которые проходят через нематическую жидкокристаллическую фазу в процессе удаления растворителя.

5. Ориентированные вытяжкой гидрофобные (не жидкокристаллические) полимерные пленки с введенными в них дихроичными красителями разных химических классов, например по патенту СПА № 5, 059,356 от сент. 1990).

6. Ориентированные вытяжкой гидрофильтные (не жидкокристаллические) полимерные пленки с введенными в них дихроичными красителями разных химических классов.

7. Слои дихроичных органических красителей полимерного строения.

8. Ориентированные молекулярно упорядоченные слои органических солей дихроичных анионных красителей.

9. Ориентированные молекулярно упорядоченные слои дихроичных красителей, способных к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы, в том числе полимерного строения.

10. Анизотропно поглощающие двулучепреломляющие слои, сформированные из ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, по крайней мере с одним молем органического иона.

11. Анизотропно поглощающие двулучепреломляющие слои, сформированные из смешанных солей дихроичных анионных красителей, содержащих различные катионы.

12. Анизотропно поглощающие двулучепреломляющие слои, сформированные из ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, по крайней мере с одним молем поверхностно-активных ионов.

При этом дихроичные красители могут быть из класса азокрасителей, стиленовых, антрахиноновых, полициклических, гетероциклических и т.п. , которые в свою очередь могут относится к анионным (прямым, активным и кислотным) и катионным.

Содержащиеся во всех упомянутых материалах дихроичные красители должны иметь полосы поглощения, не лежащие в диапазоне рабочих длин волн, например, 400 - 700 нм.

Перечисленными вариантами не ограничиваются возможности использования других материалов для формирования двулучепреломляющих слоев для предлагаемого оптического поляризатора.

Выбор методов нанесения ориентированного слоя двулучепреломляющего материала зависит от вида используемого материала и не влияет на суть изобретения.

Для нанесения ориентированного слоя двулучепреломляющего материала, могут быть применены следующие стандартные способы: нанесение валиком, ракельным ножом, ракелем в форме невращающегося цилиндра, нанесение с помощью щелевой фильтры и другие. В ряде случаев после нанесения слой подвергается сушке с целью удаления растворителей. В других случаях, например для нанесенных термопластичных полимерных материалов и стеклюющихся материалов, нанесенный слой охлаждается после нанесения.

Другими методами, которые можно использовать для получения ориентированного слоя двулучепреломляющего материала, имеющими в процессе нанесения жидкокристаллической фазу, является нанесение этого материала на подложку, изначально подготовленную для ориентации жидкокристаллической фазы. Одним из таких методов служит одностороннее натирание подложки или предварительно нанесенного на неё тонкого полимерного слоя, известное и применяемое для ориентации термотропных низкомолекулярных жидкокристаллических смесей при изготовлении ЖК-дисплеев.

Еще один метод получения ориентированного слоя двулучепреломляющего материала - это известный метод фотоориентации предварительно нанесенного тем или иным способом слоя с помощью облучения его линейнополяризованным ультрафиолетовым светом. При этом возможно использование методов фотолитографии для создания секционированных двулучепреломляющих слоёв.

Для нанесения термотропных полимерных материалов могут быть применены экструдеры, в том числе имеющие большое количество (10-100) плоских фильтров и

позволяющие наносить за один проход сразу много слоев требуемой толщины разных полимерных материалов.

Конечным результатом любых используемых методов должен быть ориентированный слой двулучепреломляющего материала, обладающий наряду с показателями преломления, значения которых различны по разным осям, также дихроизмом с оптимальными значениями показателей поглощения.

Предлагаемые конструкции поляризатора по изобретению и его элементов иллюстрируются фиг. 1 - 5.

На фиг.1 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде объёмных линз, изготовленных из двулучепреломляющего материала и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки, секции которой расположены в фокусах названных объёмных линз. На фиг.2 схематично показан общий вид предлагаемого поляризатора по фиг.1. На фиг.3 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде объёмных линз, изготовленных из двулучепреломляющего материала и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки, секции которой расположены вне фокусов названных объёмных линз. На фиг.4 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде амплитудных зонных пластинок, изготовленных из чередующихся слоёв двулучепреломляющего и изотропного материалов, и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, секции которой расположены вне фокусов названных амплитудных зонных пластинок, в промежутках между секциями которой в фокусах названных амплитудных зонных пластинок расположены просветные двулучепреломляющие пластинки, задающие разность фаз между обычновенными

и необыкновенными лучами, отличающимися на π от разности фаз, задаваемой названной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинкой. На фиг.5 представлен поперечный разрез одной из возможных конструкций амплитудной зонной пластиинки, использованной в варианте предлагаемого поляризатора по фиг.4.

На фиг.1 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной плёнки 1, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде объёмных линз 2, изготовленных из двулучепреломляющего материала и средство для изменения поляризации пучков 8 поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластиинки, секции 4 которой расположены в фокусах названных объёмных линз 2. Средство для изменения поляризации пучков 8 поляризованного света может быть также выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного двулучепреломляющего слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины названного слоя на угол 90° , секции 4 которого также расположены в фокусах названных объёмных линз 2.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.1 ход лучей различных поляризаций 6 и 8, а соответственно и их продолжений 7 и 9, показан на соседних элементарных ячейках рассматриваемого поляризатора). Неполяризованный свет 5 падает на первую поверхность поляризатора, с расположенными на ней объёмными линзами 2. Проходя через объёмную линзу 2, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 3 в плоскости рисунка и с обычным показателем преломления равным показателю преломления изотропного материала плёнки 1, линейно-поляризованный перпендикулярно плоскости рисунка компонент 6 падающего на поляризатор неполяризованного света 5 не испытывает преломления на границе раздела линзы 2 и плёнки 1, благодаря чему пучок света 6, продолжая сохранять направление и форму падающего пучка света 5, проходит через вторую границу плёнки 1, образуя параллельный пучок 7 света, поляризованного перпендикулярно рисунку. Секционированная просветная полуволновая двулучепреломляющая пластиинка практически не влияет на поляризацию параллельных пучков света 7, т.к. поперечные размеры её секций 4 выбираются много меньше поперечных размеров объёмных линз 2 (например, поперечные размеры секций 4 полуволновой пластиинки составляют 10 микрометров, а

поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Проходя через объёмную линзу 2, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 3 в плоскости рисунка и с необыкновенным показателем преломления, превосходящим показатель преломления изотропного материала плёнки 1, линейнополяризованная в плоскости рисунка компонента 8 падающего на поляризатор неполяризованного света 5 фокусируется линзой 2 на второй поверхности плёнки 1, где располагается секция 4 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, которая при прохождении через неё сходящегося пучка света 8 изменяет его поляризацию, формируя расходящийся пучок 9 света, поляризованного перпендикулярно плоскости рисунка. Такое изменение плоскости поляризации обусловлено известными оптическими свойствами просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки. Расходимость пучка света 9 зависит от отношения поперечных размеров линзы 2 и толщины плёнки 1 и при достаточно малой величине этого отношения (например 1:10 при поперечном размере линзы 100 микрометров и толщине плёнки 1 миллиметр) может быть сделана не более 3° , что является приемлемым в большинстве приложений. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 5 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 7 и 9 с одинаковой линейной поляризацией высокой степени.

На фиг.2 схематично показан общий вид предлагаемого поляризатора, поперечное сечение которого показано на фиг.1. Поляризатор выполнен в виде одной плёнки или пластины 1, на первой поверхности которой нанесена система цилиндрических микролинз 2, изготовленных из двулучепреломляющего материала, а на второй поверхности плёнки или пластины 1 нанесено средство для изменения поляризации падающего на него линейнополяризованного пучка света в виде системы полос 4 просветных двулучепреломляющих плёнок, оптически согласованной с названной системой цилиндрических микролинз 2. На фиг.2 показан также ход пучка 5 падающего на поляризатор неполяризованного света и ход совпадающих по направлению пучков 7 и 9 выходящего из поляризатора света линейнополяризованного в одной плоскости.

На фиг.3 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной плёнки 1, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде объёмных линз 2, изготовленных из двулучепреломляющего материала и средство для изменения поляризации пучков 6

поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, секции 4 которой расположены вне фокусов названных объёмных линз 2. Средство для изменения поляризации пучков 6 поляризованного света может быть также выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного двулучепреломляющего слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины названного слоя на угол 90⁰, секции 4 которого также расположены вне фокусов названных объёмных линз 2.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.3 ход лучей различных поляризаций 6 и 8, а соответственно и их продолжений 7 и 9, показан на соседних элементарных ячейках рассматриваемого поляризатора). Неполяризованный свет 5 падает на первую поверхность поляризатора, с расположенными на ней объёмными линзами 2. Проходя через объёмную линзу 2, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 3 в плоскости рисунка и с обычновенным показателем преломления равным показателю преломления изотропного материала плёнки 1, линейнополяризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента 6 падающего на поляризатор неполяризованного света 5 не испытывает преломления на границе раздела линзы 2 и плёнки 1, благодаря чему пучок света 6, продолжает сохранять направление и форму падающего пучка света 5. Проходя через вторую границу плёнки 1 с расположенными на ней секциями 4 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, пучок света 6 изменяет свою поляризацию, образуя параллельный пучок 7 света, поляризованного в плоскости рисунка. Такое изменение плоскости поляризации обусловлено известными оптическими свойствами просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки. Промежутки между секциями 4 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки практически не влияют на поляризацию параллельных пучков света 7, т.к. поперечные размеры этих промежутков выбираются много меньше поперечных размеров объёмных линз 2 (например, поперечные размеры промежутков между секциями 4 полуволновой пластиинки составляют 10 микрометров, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Проходя через объёмную линзу 2, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 3 в плоскости рисунка и с необыкновенным показателем преломления, превосходящим показатель преломления изотропного материала плёнки 1,

линейнополяризованная в плоскости рисунка компонента 8 падающего на поляризатор неполяризованного света 5 фокусируется линзой 2 на второй поверхности плёнки 1, попадая в промежуток между двумя соседними секциями 4 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки и выходя из поляризатора в виде расходящегося пучка 9 света, поляризованного как и пучок 8 в плоскости рисунка. Расходимость пучка света 9 зависит от отношения поперечных размеров линзы 2 и толщины плёнки 1 и при достаточно малой величине этого отношения (например 1:10 при поперечном размере линзы 100 микрометров и толщине плёнки 1 миллиметр) может быть сделана не более 3° , что является приемлемым в большинстве приложений. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 5 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 7 и 9 с одинаковой линейной поляризацией высокой степени.

На фиг.4 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной плёнки 1, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде амплитудных зонных пластинок 2, изготовленных из чередующихся слоёв двулучепреломляющего и изотропного материалов, и средство для изменения поляризации пучков 6 и 8 поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, секции 4 которой расположены вне фокусов названных амплитудных зонных пластинок 2, в промежутках между секциями которой в фокусах названных амплитудных зонных пластинок расположены просветные двулучепреломляющие пластинки 4.1, задающие разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающимися на π от разности фаз, задаваемой названными просветными четвертьволновыми двулучепреломляющими пластинками 4.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.4 ход лучей различных поляризаций 6 и 8, а соответственно и их продолжений 7 и 9, показан на соседних элементарных ячейках рассматриваемого поляризатора). Неполяризованный свет 5 падает на первую поверхность поляризатора, с расположенными на ней амплитудными зонными пластинками 2. Проходя через амплитудную зонную пластинку 2, изготовленную из чередующихся слоёв двулучепреломляющего и изотропного материалов с расположением оптической оси 3 названного двулучепреломляющего материала в плоскости рисунка и с обыкновенным показателем преломления равным показателю преломления названного изотропного материала,

линейнополяризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента 6 падающего на поляризатор неполяризованного света 5 не испытывает отражения от границ раздела чередующихся двулучепреломляющего и изотропного слоёв, благодаря чему пучок света 6, продолжает сохранять направление и форму падающего пучка света 5. Проходя через вторую границу плёнки 1 с расположенными на ней вне фокуса названной амплитудной зонной пластинки 2 секциями 4 секционированной просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, пучок 6 света, линейнополяризованного перпендикулярно плоскости рисунка, изменяет свою поляризацию, образуя параллельный пучок 7 циркулярно поляризованного света. При этом просветная двулучепреломляющая пластинка 4.1, расположенная в промежутках между названными секциями 4 просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, задающая разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой названными секциями 4 просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, практически не влияет на поляризацию параллельных пучков света 7, т.к. её поперечные размеры выбираются много меньше поперечных размеров амплитудной зонной пластинки 2 (например, поперечные размеры двулучепреломляющей пластинки 4.1 составляют 10 микрометров, а поперечные размеры амплитудной зонной пластинки - 100-200 микрометров). Проходя через амплитудную зонную пластинку 2, изготовленную из чередующихся слоёв двулучепреломляющего и изотропного материалов, с расположением оптической оси 3 названного двулучепреломляющего материала в плоскости рисунка и с необыкновенным показателем преломления, превосходящим показатель преломления названного изотропного материала, поляризованная в плоскости рисунка линейнополяризованная компонента 8 падающего на поляризатор неполяризованного света 5 фокусируется амплитудной зонной пластинкой 2 на второй поверхности плёнки 1, где располагается просветная двулучепреломляющая пластинка 4.1, задающей разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой четвертьволновыми двулучепреломляющими пластинками 4, которая при прохождении через неё сходящегося пучка 8 света, линейнополяризованного в плоскости рисунка, изменяет его поляризацию, формируя расходящийся пучок 9 циркулярнополяризованного света того же знака, что и циркулярнополяризованный свет в пучке 7. Такое изменение плоскости поляризации пучков 7 и 9 обусловлено известными оптическими свойствами соответственно просветной четвертьволновой двулучепреломляющей

пластинки и двулучепреломляющей пластинки, задающей разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой четвертьволновой пластинкой. Расходимость пучка света 9 зависит от отношения поперечных размеров амплитудной зонной пластинки 2 и толщины плёнки 1 и при достаточно малой величине этого отношения (например 1:10 при поперечном размере линзы 100 микрометров и толщине плёнки 1 мм) может быть сделана не более 3° , что является приемлемым в большинстве приложений. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 5 с высокой эффективностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 7 и 9 с одинаковой циркулярной поляризацией высокой степени.

На фиг.5 представлен поперечный разрез одной из возможных конструкций амплитудной зонной пластинки, использованной в варианте предлагаемого поляризатора по фиг.4.

В конструкции амплитудной зонной пластинки 2, поперечное сечение которой изображено на фиг.5, используются участки 2.1 двулучепреломляющего материала с показателями преломления n_o обыкновенного луча и n_c необыкновенного луча, условно обозначенные оптические оси 3 которых, расположены в плоскости рисунка, находящиеся между слоями оптически изотропного материала 2.2, 2.3, и 2.4 с показателем преломления n_o . Благодаря этому обстоятельству указанная зонная пластинка пропускает без изменения геометрии пучка и интенсивности света пучки 5.1 и 5.3 света, поляризованного перпендикулярно плоскости рисунка, образуя на выходе из указанной зонной пластинки параллельный пучок 6 света, линейнополяризованного перпендикулярно плоскости рисунка, и пропускает пучки 5.4, задерживая пучки 5.2, как те так и другие линейнополяризованные в плоскости рисунка, формируя из них вследствие явления дифракции сходящийся пучок 8, также линейнополяризованный в плоскости рисунка. Для обеспечения описанного действия указанной зонной пластинки должны соблюдаться определённые соотношения между показателями преломления n_c , n_o , длиной волны света λ , толщиной слоя 2.1, а также толщинами слоёв 2.2 и 2.4 в случае многослойной амплитудной зонной пластинки, обеспечивающие отсутствие пропускания пучков 5.2, линейнополяризованных в плоскости рисунка, участками указанной амплитудной зонной пластинки с областями 2.1 плёнки из двулучепреломляющего материала вследствие явления интерференции в тонких плёнках. Например, для случая, изображённого на фиг.5 это соотношение имеет вид $2d_2n_c + \lambda/2 = m\lambda$, где m - целое число, называемое порядком интерференции. Таким образом, на выходе из

зонной пластиинки формируются два пучка света параллельный 6 и сходящийся 8, имеющие линейную поляризацию в двух взаимно ортогональных плоскостях.

Приведённые на фиг.1 - 4 конструкции средств для разделения каждого из неполяризованных световых пучков 5 на два линейнополяризованных световых пучка 6 и 8, имеющих различные линейные поляризации, и средств для изменения поляризации по крайней мере одного из поляризованных световых пучков 6 и 8 могут сочетаться между собой в других всевозможных вариантах.

Таким образом, заявляемый поляризатор обеспечивает превращение практически всей энергии неполяризованного излучения в поляризованное излучение при относительно простой конструкции, представляющей собой по крайней мере одну пленку или пластину с нанесенным на ее поверхность поляризующим средством, в виде микрофокусирующих оптических элементов, изготовленных из двулучепреломляющего материала, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты света и оптически согласованных с нанесенным на поверхность пленки или пластины средством для изменения поляризации, выполненным в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины или слоя.

Формула изобретения

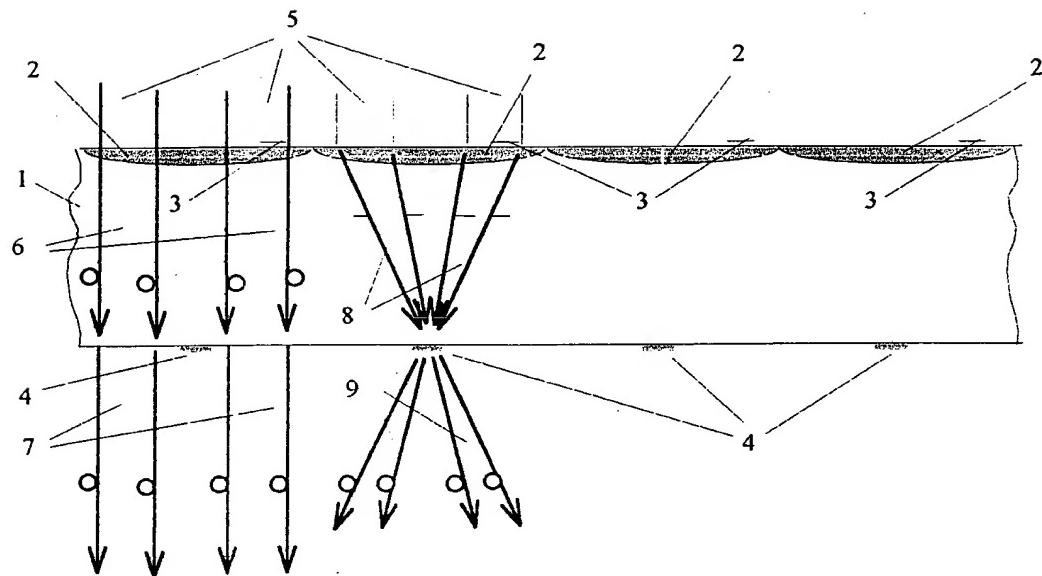
1. Поляризатор, включающий поляризующее средство для разделения множества неполяризованных световых пучков, составляющих падающий на поляризатор свет, на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков и средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков, отличающийся тем, что он выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, названные средства нанесены на ее поверхности, указанное поляризующее средство выполнено в виде микрофокусирующих оптических элементов, изготовленных из двулучепреломляющего материала, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты света и оптически согласованных со средством для изменения поляризации, выполненным в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины или слоя.
2. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что микрофокусирующий оптический элемент выполнен в виде объёмной линзы, содержащей по крайней мере один слой двулучепреломляющего материала, граничащего с по крайней мере одним слоем изотropicного материала.
3. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что микрофокусирующий оптический элемент выполнен в виде амплитудной зонной пластиинки, чётные зоны которой, изготовленные из по крайней мере трёх чередующихся двулучепреломляющих и оптически изотropicных слоёв, её нечётные зоны изготовлены из оптически изотropicного материала.
4. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластиинки с секциями, расположенными в фокусах микрофокусирующих оптических элементов.
5. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластиинки с секциями, расположенными вне фокусов микрофокусирующих оптических элементов.

6. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки с секциями, расположенными вне фокусов фокусирующих свет оптических элементов, и в виде просветных двулучепреломляющих пластинок, задающих разность фаз между обычным и необыкновенным лучами, отличающиеся на π от разности фаз, задаваемой секциями названной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, расположенных в фокусах названных фокусирующих свет оптических элементов.
7. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного планарного слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины названного слоя на угол 90° с секциями, расположенными в фокусах фокусирующих свет оптических элементов.
8. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного планарного слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины названного слоя на угол 90° с секциями, расположенными вне фокусов фокусирующих свет оптических элементов.

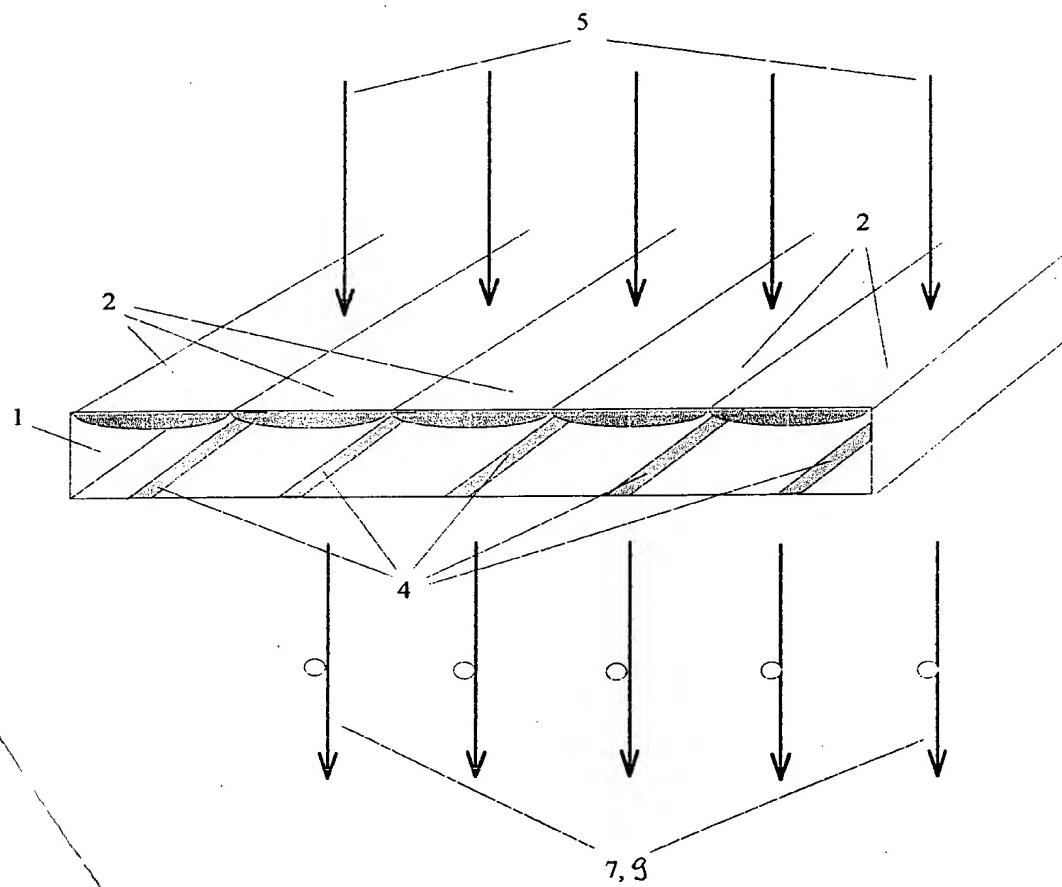
Источники информации, принятые во внимание при составлении заявки.

1. Патент США 5,007,942, кл. G 02 B 5/30, опубл. 1991
2. Патент Российской Федерации 2068573, кл.G 02 F 1/13, опубл. 1996
3. Патент США 5,650,873, кл. G 02 B 5/30, опубл. 1997 - прототип
4. Патент США 2,524,286, кл. 350-155, опубл. 1950

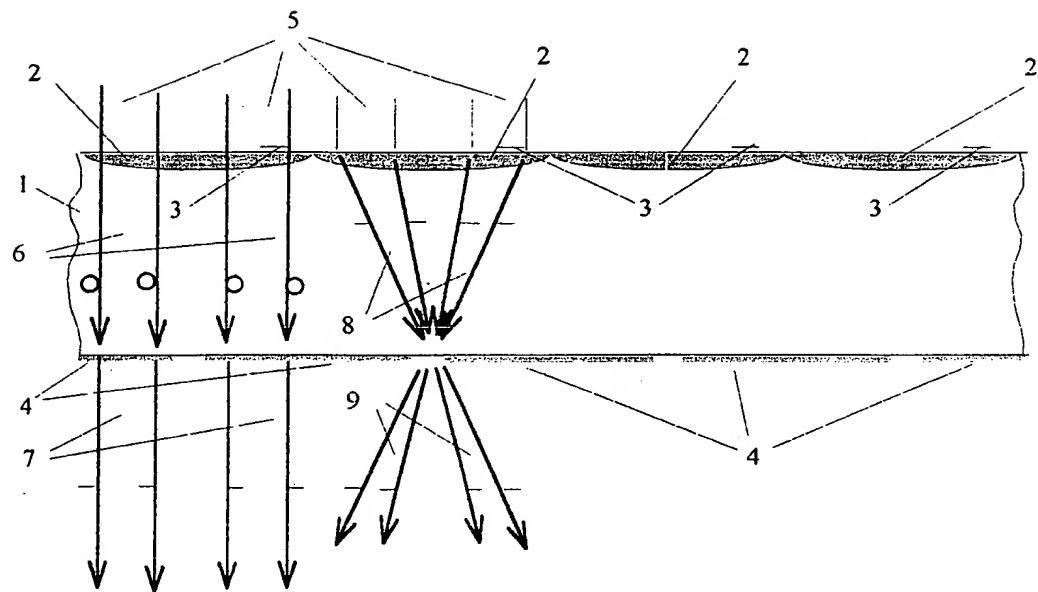
Поляризатор



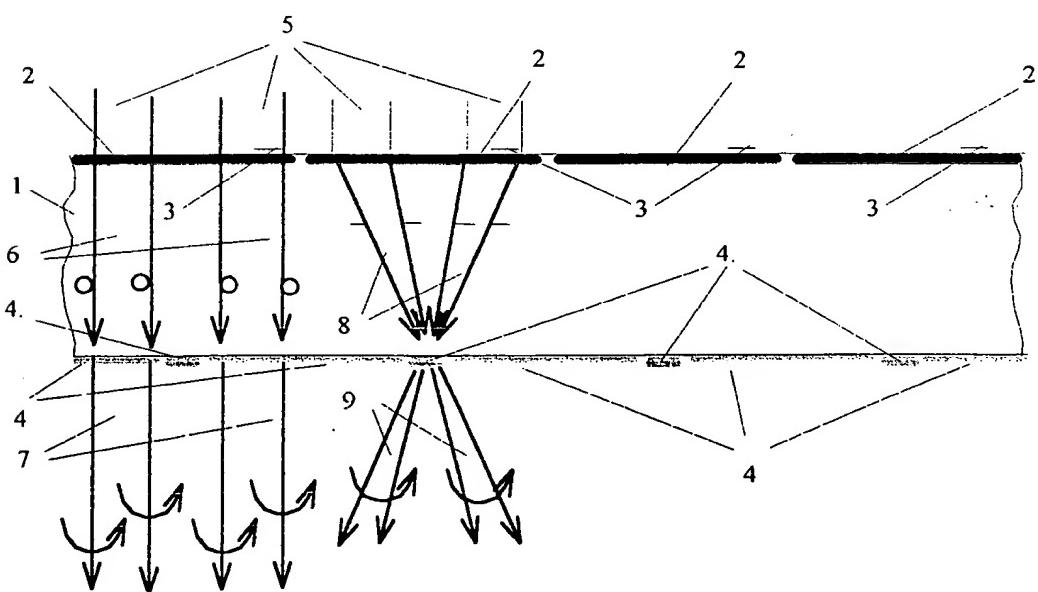
Фиг. 1.



Фиг. 2

Поляризатор

Фиг. 3.



Фиг. 4

Реферат

Изобретение относится к оптике, а именно к оптическим поляризаторам, и может быть использовано в жидкокристаллических дисплеях, в том числе проекционного типа, в осветительной аппаратуре, в оптическом приборостроении.

Предлагается поляризатор, включающий поляризующее средство для разделения множества неполяризованных световых пучков, составляющих падающий на поляризатор свет, на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков и средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков, отличающийся тем, что он выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, названные средства нанесены на ее поверхности, указанное поляризующее средство выполнено в виде микрофокусирующих оптических элементов, изготовленных из двулучепреломляющего материала, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты света и оптически согласованных с указанным средством для изменения поляризации, выполненным в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины или слоя.

Заявляемый поляризатор обеспечивает превращение практически всей энергии неполяризованного излучения в поляризованное излучение при относительно простой конструкции, представляющей собой по крайней мере одну пленку или пластину с нанесенным на ее поверхность поляризующим средством и средством для изменения поляризации.

7 з.п. ф-лы, 5 илл.

THIS PAGE BLANK (USPTO)